

·临床研究·

X 线侧位片头颅姿势与颈椎曲度分型及平衡的相关性研究

王宽¹, 邓真¹, 王辉昊¹, 李正言¹, 牛文鑫², 陈博¹, 张明才¹, 元唯安¹, 詹红生¹

(1. 上海中医药大学附属曙光医院 石氏伤科医学中心 上海市中医药研究院骨伤科研究所, 上海 201203; 2. 同济大学医学院 上海市养志康复医院 上海市阳光康复中心, 上海 201619)

【摘要】 目的: 分析自然平视状态下头颅姿势的差异与颈椎曲度分型及相关颈椎力学平衡参数间的关系。方法: 调阅 2015 年 1 月至 12 月于骨伤科就诊、符合纳排标准的 60 例颈椎病患者颈椎 X 线侧位片, 其中男 22 例, 女 38 例, 平均年龄(35.5±10.9)岁。进行颈椎曲度分型, 测量 McGregor 倾角、C₂ 下终板倾角、T₁ 倾角、头颅重心至 C₇ 的矢状垂直偏距(CG-C₇ SVA)、C₂ 椎体中心至 C₇ 的矢状垂直偏距(C₂-C₇ SVA), 使用 Spearman 法分析其相关性。结果: 颈椎曲度分型与 C₂ 下终板倾角、C₀-C₂ 夹角(C₂ 下终板倾角与 McGregor 倾角的和)、CG-C₇ SVA、T₁ 倾角的相关性存在统计学差异(P<0.05), 但曲度分型与 McGregor 倾角无关(P>0.05)。另外 CG-C₇ SVA 与 C₂ 下终板倾角(r=0.77)、C₂-C₇ SVA(r=0.87) 呈一定程度正相关(P<0.05)。结论: 头颅在自然平视状态下的姿势与颈椎曲度一定程度上相关, 头颅重心随着仰头向后移动, 后移仰头者提示其可能伴有相对正常的生理曲度。部分曲度异常的患者在自然状态下表现出轻微低头的姿势, 对于该类人群进行姿势、锻炼的健康宣教对恢复其颈部的平衡关系有一定的意义。

【关键词】 颈椎曲度; 生物力学; 影像学测量

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2017.05.013

Correlation analysis between position of head, cervical curvature classification and balance of cervical spine through lateral plain radiograph measurement WANG Kuan, DENG Zhen, WANG Hui-hao, LI Zheng-yan, NIU Wen-xin, CHEN Bo, ZHANG Ming-cai, YUAN Wei-an, and ZHAN Hong-sheng*. *Shi's Center of Orthopaedics and Traumatology, Shuguang Hospital Affiliated to Shanghai University of TCM, Institute of Traumatology and Orthopaedics, Shanghai Academy of TCM, Shanghai 201203, China

ABSTRACT Objective: To analyze the relationship between position of head, cervical curvature type and associated cervical balance parameters in a neutral looking-forward posture. **Methods:** Cervical lateral X-rays of 60 patients with cervical spondylosis were selected from January to December 2015. There were 22 males and 38 females with an average age of (35.5±10.9) years old. The measured parameters included cervical curvature type, McGregor slope, C₂ lower end plate slope, T₁ slope, center of gravity to C₇ sagittal vertical offset (CG-C₇ SVA), and C₂ to C₇ sagittal vertical offset (C₂-C₇ SVA). The parameters were analyzed using Spearman correlation. **Results:** The cervical curvature type was significantly correlated with C₂ lower endplate slope, C₀-C₂ angle (total degree of C₂ lower endplate slope plus McGregor slope), CG-C₇ SVA and T₁ slope (P<0.05), but it was not significantly correlated McGregor slope (P>0.05). C₂ lower endplate slope and C₂-C₇ SVA (r=0.87) were significantly (P<0.05) correlated with CG-C₇ SVA (P<0.05). **Conclusion:** There was certain some relationship among position of head, cervical curvature type and associated cervical balance parameters in a neutral looking-forward posture. The center of gravity of the head would backwards shift following faced upward. A position of extension with posterior-shifting of the head would suggest that it may be accompanied with a relatively normal lordosis of the cervical spine. Some patients with abnormal curvature showed slightly bended head in the natural posture. Health education toward these people would be meaningful to restore the balance of their neck.

KEYWORDS Cervical curvature; Biomechanics; Radiographic measurement

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30(5):458-462 www.zggszz.com

基金项目: 国家自然科学基金项目(编号: 81473702, 81503596, 81202707, 81001528, 81503596)

Fund program: National Natural Science Foundation of China (No.81473702, 81503596, 81202707, 81001528, 81503596)

通讯作者: 詹红生 E-mail: zhanhongsheng2010@163.com

Corresponding author: ZHAN Hong-sheng E-mail: zhanhongsheng2010@163.com

颈椎曲度是评价颈椎力学状态的指标之一,良好的曲度可以使人体花费最小的能量来维持脊柱的平衡^[1],也意味着较小的脊髓张力^[2-3]及受压程度^[4]。颈椎连接头颅与胸椎,是保证头颅复杂活动的关节复合体。近年来,许多研究利用 X 线侧位片探索了颈椎矢状面平衡与相关参数间的关系,涉及头颅重心、C₂椎体中心、T₁ 倾角等指标^[5]。其中, Lee 等^[6]发现 T₁ 倾角和 C₂-C₇ 间的 Cobb 角有较强的相关性,同时头颅重心的偏移量与 C₂-C₇ 间的 Cobb 角中度相关, Núñez-Pereira 等^[7]发现枕颈间角度与 C₂-C₇ 间 Cobb 角亦呈中度相关, Tang 等^[8]发现 C₂-C₇ 矢状垂直偏距与颈椎病患者术后生活质量关系密切。以上研究均表明颈椎、T₁ 以及头颅的位置互相联系,影响患者的日常生活功能状态。本研究回顾性分析了诊断为颈椎病的 60 例患者的颈椎 X 线侧位片,着重于探索自然平视状态下头颅姿势上的差异(如轻微的低头仰头、前移后移)与颈椎曲度分型及颈椎平衡相关参数间的关系,分析如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究调阅 2015 年 1 月至 12 月于我院骨伤科就诊、符合纳入及排除标准的 60 例颈椎病患者。其中男 22 例,女 38 例,平均年龄(35.5±10.9)岁,所有患者接受颈椎 X 线检查。

1.2 纳入标准

符合颈椎病诊断,患者颈项强直、疼痛,局部肌肉或软组织压痛,可伴有颈椎活动受限,X 线检查可正常或有轻度退变表现。

1.3 排除标准

强直性脊柱炎、颈椎骨折脱位、融合椎、弥漫性特发性骨肥厚等特异性疾病或变异;相关测量指标未进入 X 线投照视野;颈椎严重退变出现不稳的病例。

1.4 观察项目与方法

患者拍摄颈椎 X 线侧位片时呈站立平视的自然体位,测量指标包括不同的颈椎曲度分型(图 1)以及其他颈椎平衡的相关参数(图 2)。整个测量分为 6 步:

(1) 颈椎曲度分型(前凸型、笔直型、S 型、后凸型)^[9]:连接 C₂ 下终板中点及 C₇ 上终板中点,分别连接 C₃-C₆ 每个椎体矢状切面的对角线得到每个椎体的中心,若所有中心均在 C₂-C₇ 终板连线的前方,且中心距连线的最大值>2 mm,即颈椎前凸型;若所有中心在 C₂-C₇ 终板连线的前或后方,但最大值未超过 2 mm,为笔直型;若各中心散布在 C₂-C₇ 终板连线的前方以及后方,且最大值>2 mm,为 S 型;若所有中心均在 C₂-C₇ 终板连线的后方,且中心距连线的最大值超过 2 mm,即颈椎后凸型。

(2) McGregor 倾角 (McGregor slope, McGS)^[10]:连接硬腭后上缘至枕骨大孔后缘,其与水平面的夹角为 McGregor 倾角。据文献报道,该值与患者颞眉

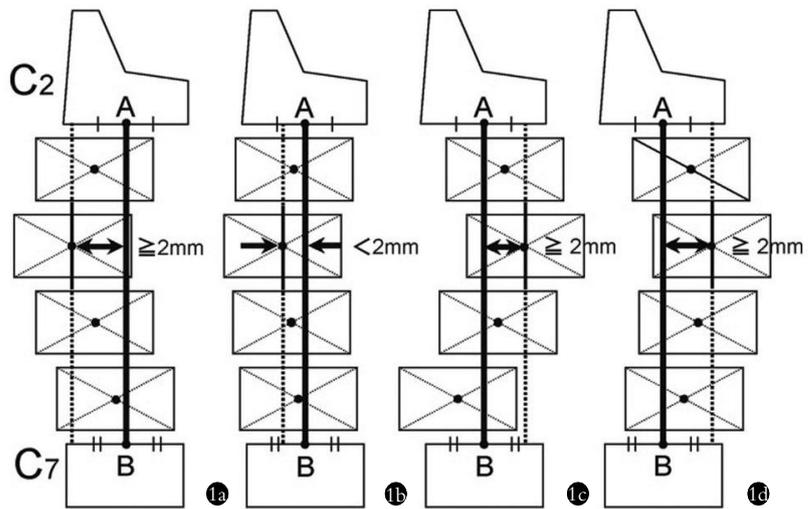


图 1 颈椎曲度分型 1a.前凸型 1b.笔直型 1c.S 型 1d.后凸型
Fig.1 The cervical curvature type 1a. Lordosis 1b. Straight 1c. Sigmoid 1d. Kyphosis

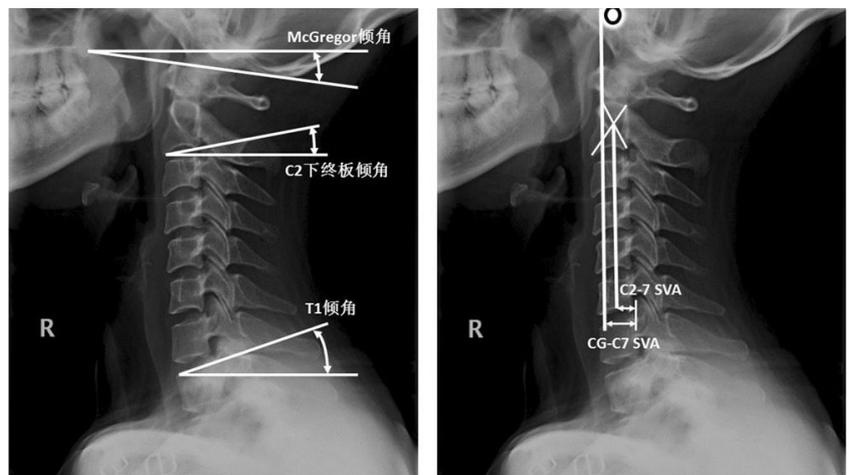


图 2 颈椎平衡相关参数的测量方法 包括 McGregor 倾角、C₂ 下终板倾角、T₁ 倾角、头颅重心至 C₇ 的矢状垂直偏距(CG-C₇ SVA)、C₂ 椎体中心至 C₇ 的矢状垂直偏距(C₂-C₇ SVA)
Fig.2 The measurement of parameters related to cervical balance including McGregor slope, C₂ lower endplate slope, T₁ slope, and the center of gravity to C₇ sagittal vertical axis (CG-C₇ SVA), C₂-C₇ sagittal vertical axis (C₂-C₇ SVA)

垂线角呈强相关($r=0.862$)^[10],故以该值作为自然平视状态下轻微低头或仰头的指标。

(3) C₂ 下终板倾角: 连接 C₂ 下终板前后缘, 该线与水平面的夹角即为 C₂ 下终板倾角, 该角度与 McGregor 倾角之和以代表枕颈间(C₀-C₂)夹角。

(4) T₁ 倾角: T₁ 上终板前后缘连线与水平面的夹角。

(5) 头颅重心至 C₇ 的矢状垂直偏距 (center of gravity to C₇ sagittal vertical axis, CG-C₇ SVA): 外耳道前上缘垂线至 C₇ 椎体后上缘垂线的距离, 反映头颅重心相对与 C₇ 颈椎的前后位置关系, 即头颅重心是否相对前移或后移。

(6) C₂ 椎体中心至 C₇ 的矢状垂直偏距 (C₂-C₇ sagittal vertical axis, C₂-C₇ SVA): C₂ 椎体中心垂线至 C₇ 椎体后上缘垂线的距离, 反映 C₂ 椎体中心相对与 C₇ 颈椎的前后位置关系。

上述颈椎曲度相关指标均在多篇文献中应用, 具有较好的测量可靠度^[11]。整个测量过程由两位有丰富经验的放射科医师根据指标要求进行独立测量, 取其测量的平均值作为结果。

1.5 统计学处理

数据采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析, 一般资料及正态分布的连续性变量使用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 使用 Spearman 法对颈椎曲度各参数进行相关性分析, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义^[12], 同时若相关系数 $r^2 > 0.5$ 时, 说明所对应的两个指标之间

存在一定程度的相关性且具有一定的临床意义。

2 结果

2.1 颈椎曲度分型

60 例中 19 例为前凸型颈椎曲度 (组 1), 32 例为颈椎笔直型或 S 型颈椎弧度 (组 2, 其中 S 型颈椎曲度 1 例), 9 例为后凸型颈椎曲度 (组 3), 其年龄分别为 (37.5±10.6)、(35.8±10.8)、(30.2±11.8) 岁, 3 组间年龄差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.2 颈椎曲度各参数测量结果及相关性分析

各参数均符合正态分布, $P > 0.05$, 一般描述见表 1。

表 1 颈椎病 60 例患者颈椎曲度各参数统计资料

Tab.1 The statistical data of parameters related to cervical curvature in 60 patients with cervical spondylosis

观察项目	最小值	最大值	平均数	标准差
McGregor 倾角(°)	-6.30	20.90	6.65	6.19
C ₂ 下终板倾角(°)	0.00	28.80	11.07	6.65
C ₀ -C ₂ 夹角(°)	0.80	34.80	17.72	8.07
T ₁ 倾角(°)	9.10	43.40	23.46	6.88
CG-C ₇ SVA(mm)	-8.90	46.30	20.41	12.47
C ₂ -C ₇ SVA(mm)	-4.60	37.20	18.36	8.17

由颈椎曲度各参数 Spearman 相关性分析 (表 2) 可知, 颈椎曲度分型与 C₂ 下终板倾角 ($r=0.54$)、C₀-C₂ 夹角 ($r=0.42$)、CG-C₇ SVA ($r=0.31$)、T₁ 倾角 ($r=-0.45$) 的相关性存在统计学差异 ($P < 0.05$)。头颅位置

表 2 颈椎曲度各参数间相关性分析

Tab.2 The correlation analysis between parameters related to cervical curvature

观察项目	Spearman 分析	曲度分型	McGregor 倾角	C ₂ 下终板倾角	C ₀ -C ₂ 夹角	CG-C ₇ SVA	C ₂ -C ₇ SVA	T ₁ 倾角
曲度分型	<i>r</i>	1.00	-0.03	0.54*	0.42*	0.31*	0.10	-0.45*
	<i>P</i>		0.82	0.00	0.00	0.02	0.44	0.00
McGregor 倾角	<i>r</i>		1.00	-0.23	0.60*	-0.50*	-0.35*	-0.08
	<i>P</i>			0.08	0.00	0.00	0.01	0.57
C ₂ 下终板倾角	<i>r</i>			1.00	0.59*	0.77**	0.61*	0.01
	<i>P</i>				0.00	0.00	0.00	0.96
C ₀ -C ₂ 夹角	<i>r</i>				1.00	0.19	0.19	-0.07
	<i>P</i>					0.15	0.16	0.59
CG-C ₇ SVA	<i>r</i>					1.00	0.87**	0.16
	<i>P</i>						0.00	0.21
C ₂ -C ₇ SVA	<i>r</i>						1.00	0.29*
	<i>P</i>							0.02
T ₁ 倾角	<i>r</i>							1.00
	<i>P</i>							

注: *即该行与该列数据的相关性 $P < 0.05$, 差异有统计学意义, **即 $P < 0.05$ 且 $r^2 > 0.5$, 存在一定程度的相关性且具有一定的临床意义

Note: *The data in the row was significantly correlated with the data in the column ($P < 0.05$); ** The data in the row was significantly correlated with the data in the column and had clinical significance ($P < 0.05$ and $r^2 > 0.5$)

方面, McGregor 倾角与 C₀-C₂ 夹角 ($r=0.60$)、CG-C₇ SVA ($r=-0.49$)、C₂-C₇ SVA ($r=-0.35$) 的相关性存在统计学差异 ($P<0.05$), 但与曲度分型无关 ($P>0.05$), CG-C₇ SVA 另外还与 C₂ 下终板倾角 ($r=0.77$)、C₂-C₇ SVA ($r=0.87$) 呈一定程度相关 ($P<0.05$ 且 $r^2>0.5$); 胸椎方面, T₁ 倾角还与 C₂-C₇ SVA 相关, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

2.3 不同头颅姿势下的颈椎曲度分型比例

本研究依据 CG-C₇ SVA 中位数将所有 X 线侧位片分为 30 例头颅前移组, 30 例后移组。另依据文献^[10]中颞眉垂线角均值及拟合公式, 将所有 X 线侧位片以 McGregor 倾角 0.87° 为界分为仰头组及低头组, 将两种不同分类方式两两组合, 形成 4 种头颅姿势分型, 即头颅后移仰头、前移低头、前移仰头、后移低头, 每种姿势下的颈椎曲度分型所占比例见表 3。

表 3 头颅不同姿势下颈椎曲度分型所占比例

Tab.3 The proportion of cervical curvature type under different positions of head

组别	例数	同一组别内不同曲度分型下的例数[例(%)]		
		前凸型	笔直或 S 型	后凸型
后移仰头	29	13(44.83)	12(41.38)	4(13.79)
前移仰头	21	4(19.05)	15(71.43)	2(9.52)
前移低头	9	2(22.22)	4(44.44)	3(33.33)
后移低头	1	0(0)	1(100)	0(0)
合计	60	19(31.67)	32(53.33)	9(15.00)

由表 3 可知, 后移仰头组内颈椎前凸型比例为 45.83%, 与该组内笔直型或 S 型曲度者所占比例 (41.38%) 接近, 多于该组内后凸型颈曲者 (13.79%)。前移仰头组内以笔直或 S 型曲度者为多 (71.43%), 而前移低头者共 9 例, 其中前凸型、笔直或 S 型、后凸型分别占 22.22%、44.44%、33.33%, 后移低头组仅 1 例患者。

3 讨论

本研究应用颈椎 X 线侧位片, 分析了自然平视状态下头颅姿势的差异与颈椎曲度及其他颈椎参数间的相关性, 为头颅-颈-胸间的平衡关系提供了一定程度的参考。

3.1 颈椎曲度与头颅姿势的关系

头颅的前倾后仰受人体神经调控, 由于眼球的可活动性, 故在平视状态下每个人的头颅位置可有一定的差异, 本研究所测得的 McGregor 倾角、CG-C₇ SVA 等参数的均值与文献^[6-7,10]报道的类似参数差异均在一个标准差以内, 故有一定的参考价值。与文献报道结果类似, T₁ 作为颈椎在胸椎的固定端, 而颈椎

受头颅重力影响, 故 T₁ 倾角一定程度决定了颈椎的曲度, 即 T₁ 倾角越大, 则前凸型颈椎曲度越多。本研究发现, 颈椎曲度分型与 CG-C₇ SVA 呈正相关, 差异有统计学意义, 即头颅重心前移, 则颈椎曲度后凸型越多, 说明该姿势可能不利于头颅重量沿颈椎向胸椎传递。本研究还发现, McGregor 倾角所反映的轻微低头或仰头姿势, 与曲度无相关性, 但与 C₀-C₂ 夹角正相关, 这是由于 C₀-C₂ 夹角以及其活动范围本身较大^[13-14], 故其有较大的代偿空间, 抵消了低头仰头对曲度的影响。另外, McGregor 倾角与 CG-C₇ SVA 呈负相关, 即头颅重心随着仰头往后移动, 提示低头或仰头对颈椎平衡的间接作用。据报道, 随着 C₂-C₇ SVA 距离增大, 颈椎病患者术后生活质量降低, 本研究发现, 头颅重心位置与该值相关度较高, 由于头颅越往前移, 颈椎后部伸肌需提供更大的拉力以维持平衡, 长期用力易疲劳产生酸痛, 故不可忽略头颅前移对患者生活质量产生的影响。

3.2 头颅姿势与颈椎曲度的临床意义

现代人随着电子产品的发展, 多以头颅前伸低头的姿势观察屏幕, 该力学状态使得椎间盘后部加速退变, 导致颈椎反弓, 易出现颈痛等症状^[15]。尽管例数较少, 但本研究发现自然平视体位下前移低头的姿势伴有颈椎曲度反弓的比例较大, 提示这种姿势可能伴有不良的颈椎曲度及椎间盘退变。与此相反, 后移仰头组颈椎前凸者居多, 提示其可能伴有相对正常的生理曲度及椎间盘状态。另外由于 McGregor 倾角与 CG-C₇ SVA 呈负相关, 故后移低头出现的可能较小, 本研究中后移低头者仅 1 例。

颈椎曲度除了与前述的胸椎、头颅重心相关外, 维持正常颈曲还依赖多种因素, 如颈周肌群的协调、韧带及各间盘的弹性等^[16-17]。综合前文所述, 即颈椎曲度与胸椎、头颅重心、颈周软组织密切相关, 自然平视下轻微的低头或仰头不足以影响到曲度分型。尽管如此, 由于头颅重心随着仰头向后移动, 人体可以通过自然状态下轻度的仰头、减轻枕部伸肌的发力来代偿, 但从表 3 可以发现这种代偿并非在所有存在异常颈曲的患者中出现。部分颈椎曲度变直甚至反弓的患者仍然并存轻微低头的表现, 其可能与颈肌劳损、肌力减退有关^[18]。对于该类患者, 提醒其注意姿势的控制以及颈部伸肌的锻炼或可增加颈椎的动静态平衡, 减慢颈椎退变的进程。

3.3 颈椎曲度的其他影响因素及进一步研究方向

由于本研究回顾性地分析了颈椎病患者的 X 线侧位片, 故局限性在于一定的相关性无法确切反应其因果关系。另外, 颈椎曲度相关的部分参数虽然差异有统计学意义, 但与文献报道^[5]类似, 其决定系

数并不高($r^2 < 0.5$), 临床意义相对有限, 提示颈椎曲度影响因素较为复杂, 有待进一步探索。年龄亦为影响颈曲的重要因素^[16], 本文中异常曲度(笔直、S 型、后凸型)患者的年龄呈现出年轻化的趋势, 这可能与电子设备在青年人群中的普及相关, 进一步研究需加入一些与低头劳作等不良姿势相关的问卷, 或可更清晰阐明其中的关系。同时, 不同性别的颈曲程度随年龄亦可能呈现出不同的走势, 后续经年龄、性别配对的前瞻性研究, 纳入不同退变类型的颈椎 X 线及动力位片进行相关参数的测量, 结合 MRI 反映软组织退变情况, 可进一步明确头颅颈静态姿势与颈椎曲度及退变的因果关系。

综上所述, 头颅在自然平视状态下的姿势一定程度与颈椎曲度相关, 头颅重心随着仰头向后移动, 后移仰头者提示其可能伴有相对正常的生理曲度。部分曲度异常的患者在自然状态下表现出轻微低头的姿势, 对于该类人群进行姿势、锻炼的健康宣教对恢复其颈部的平衡关系有一定的意义。

参考文献

- [1] Berthonnaud E, Dimmet J, Roussouly P, et al. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2005, 18(1): 40-47.
- [2] Albert TJ, Vacarro A. Postlaminectomy kyphosis[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 1998, 23(24): 2738-2745.
- [3] Deutsch H, Haid RW, Rodts GE, et al. Postlaminectomy cervical deformity[J]. *Neurosurg Focus*, 2003, 15(3): E5.
- [4] 许金海, 莫文, 叶洁, 等. 颈脊髓受压程度与椎间隙及颈椎曲度变化的相关性研究[J]. *中国骨伤*, 2012, 25(9): 715-720.
XU JH, MO W, YE J, et al. Analysis of correlation between the cervical spinal cord compression and the change of cervical intervertebral disc space, curvature of cervical vertebrae[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2012, 25(9): 715-720. Chinese with abstract in English.
- [5] Ames CP, Blondel B, Scheer JK, et al. Cervical radiographical alignment; comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2013, 38(22 Suppl 1): S149-160.
- [6] Lee SH, Kim KT, Seo EM, et al. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 25(2): E41-47.
- [7] Núñez-Pereira S, Hitzl W, Bullmann V, et al. Sagittal balance of the cervical spine; an analysis of occipitocervical and spinopelvic interdependence, with C₇ slope as a marker of cervical and spinopelvic alignment[J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 23(1): 16-23.
- [8] Tang JA, Scheer JK, Smith JS, et al. The impact of standing regional cervical sagittal alignment on outcomes in posterior cervical fusion surgery[J]. *Neurosurgery*, 2012, 71(3): 662-669.
- [9] Yu M, Zhao W K, Li M, et al. Analysis of cervical and global spine alignment under Roussouly sagittal classification in Chinese cervical spondylotic patients and asymptomatic subjects[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(6): 1265-1273.
- [10] Lafage R, Challier V, Liabaud B, et al. Natural head posture in the setting of sagittal spinal deformity: validation of chin-brow vertical angle, slope of line of sight, and McGregor's slope with health-related quality of life[J]. *Neurosurgery*, 2016, 79(1): 108-115.
- [11] Scheer JK, Tang JA, Smith JS, et al. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications; a review[J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 19(2): 141-159.
- [12] 胡良平. 检验医学科研设计与统计分析[M]. 北京: 人民军医出版社, 2004: 150-151.
HU LP. *Laboratory Medicine Research Design and Statistical Analysis*[M]. Beijing: People's Military Medical Press, 2004: 150-151. Chinese.
- [13] Zhang QH, Teo EC, Ng HW. Development and validation of a C₀-C₇ FE complex for biomechanical study[J]. *J Biomech Eng*, 2005, 127(5): 729-735.
- [14] Hardacker JW, Shuford RF, Capicotto PN, et al. Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 1997, 22(13): 1472-1480.
- [15] 张明才, 石印玉, 王翔, 等. 颈椎生理曲度异常对颈椎病发病作用的病例对照研究[J]. *中国骨伤*, 2010, 23(10): 746-749.
ZHANG MC, SHI YY, WANG X, et al. Case control study on the association between abnormality curvature of cervical spine and pathogenesis of cervical spondylosis[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2010, 23(10): 746-749. Chinese with abstract in English.
- [16] 韦坚, 韦贵康. 颈椎曲度变化与退变关系的生物力学分析[J]. *中医正骨*, 1999, 11(3): 9-10.
WEI J, WEI GK. A biomechanical study on the relationship between curvature change and degeneration of cervical spine[J]. *Zhong Yi Zheng Gu*, 1999, 11(3): 9-10. Chinese.
- [17] 赵勇, 方维, 闫安, 等. 肩胛肌筋膜炎软组织张力与颈椎生理曲度改变相关性探讨[J]. *中国骨伤*, 2014, 27(5): 376-378.
ZHAO Y, FANG W, YAN A, et al. Discussion on relationship between soft tissue tension and cervical physiological curvature change of patients with scapular muscle fasciitis[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2014, 27(5): 376-378. Chinese with abstract in English.
- [18] 房敏, 严隽陶. 颈部软组织病变在颈椎发病中的作用[J]. *中国骨伤*, 2001, 14(2): 94-95.
FANG M, YAN JT. The role of soft tissue in the progress of cervical spondylosis[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2001, 14(2): 94-95. Chinese.

(收稿日期: 2017-01-03 本文编辑: 王宏)